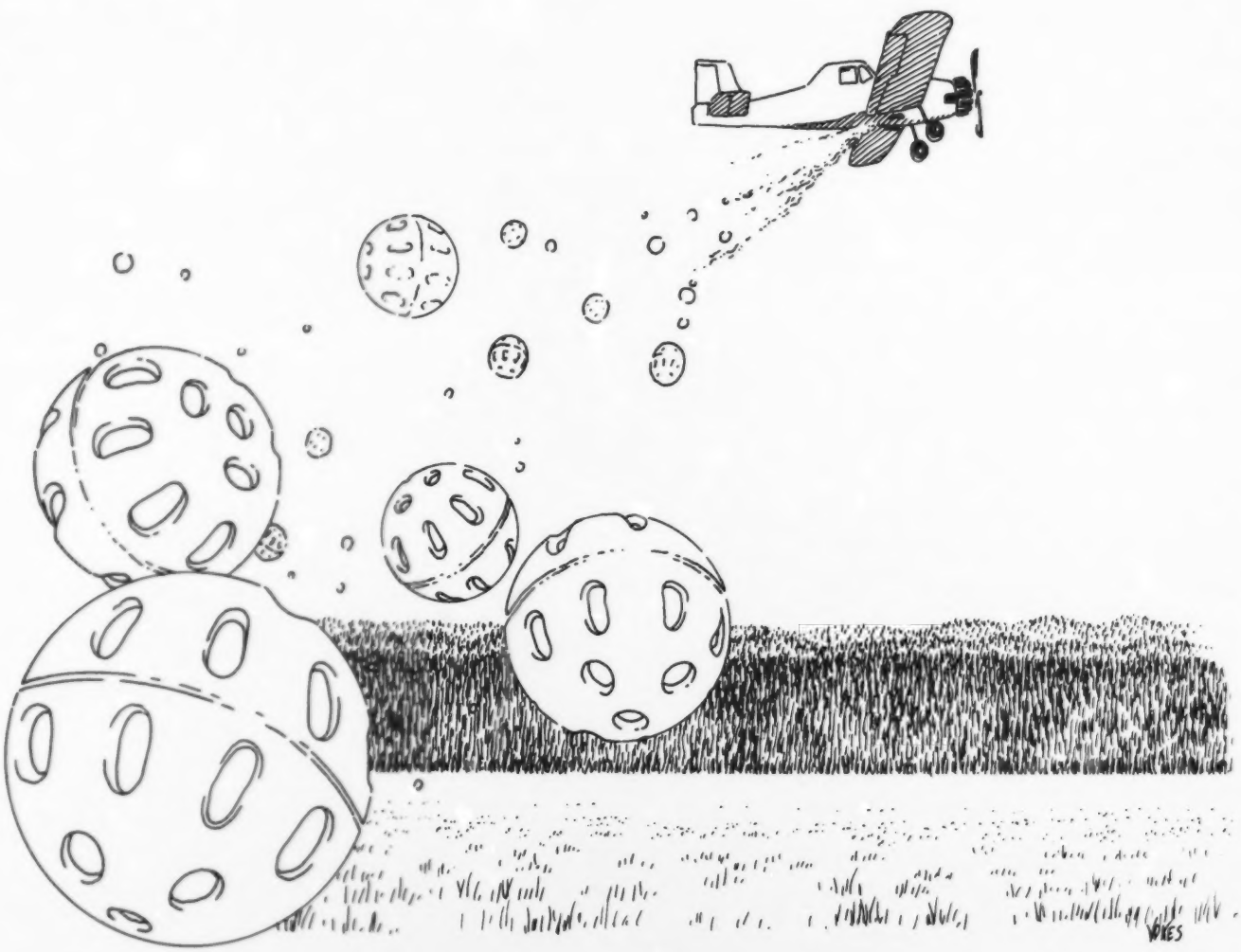
Gouvernement du Canada
Service canadien des forêts

Government of Canada
Canadian Forestry Service

Transposition du chargement du Dromader M-18

E. Stechishen

Rapport d'information PI-X-64F
Institut forestier national de Petawawa



INSTITUT FORESTIER NATIONAL DE PETAWAWA

Le mandat de l'Institut forestier national de Petawawa, comme celui des autres établissements du Service canadien des forêts, est de promouvoir une meilleure gestion et une utilisation plus rationnelle des ressources forestières du Canada, pour le bien économique et social de tous les Canadiens. Les objectifs des activités des programmes menés à l'institut appuient ce mandat à travers la découverte, le développement, la démonstration, l'application et le transfert des innovations. En tant qu'institut national, il doit s'attacher à des problèmes qui débordent le cadre régional ou qui nécessistent des compétences particulières de même qu'un équipement non disponible aux installations régionales du Service canadien des forêts. La plupart du temps, ses recherches sont effectuées en étroite collaboration avec le personnel des centres régionaux ou des services forestiers des provinces. Les projets de recherche et les services techniques de l'institut sont regroupés sous six principales activités:

GÉNÉTIQUE FORESTIÈRE ET BIOTECHNOLOGIE – Ce programme encadre des projets sur la génétique forestière, la microbiologie, la micropropagation, la génétique moléculaire et la recherche sur les semences. Il comprend également les services à la clientèle et la banque de semences du Centre national de semences forestières. Ce centre existe depuis longtemps et est lié à plusieurs organismes internationaux.

SYSTÈMES D'AMÉNAGEMENT FORESTIER – Ce programme intègre en recherche et développement, des projets sur les incendies de forêt, la télédétection, la météorologie, la modélisation, la croissance et la récolte, et le RIMA. Il permet ainsi l'élaboration et la démonstration de systèmes d'aménagement forestier.

STATISTIQUES NATIONALES SUR LA RESSOURCE FORESTIÈRE – Communément appelé FORSTATS, ce programme assure la coordination de l'acquisition, de la normalisation et de la publication de statistiques nationales sur les forêts du Canada. Il est aussi chargé de répondre aux demandes de renseignements de la clientèle.

SYSTÈMES DE DONNÉES FORESTIÈRES – Ce programme fournit la compétence et les systèmes informatisés nécessaires à la gestion des données acquises dans le cadre de FORSTATS et des projets de recherche à l'IFNP. Il comprend en outre un service de consultation en informatique pour les hauts fonctionnaires du SCF.

COMMUNICATIONS – Ce programme regroupe les activités de la bibliothèque et des projets touchant la sensibilisation du public, l'information, la rédaction-révision et les publications. L'institut reçoit plus de 20 000 visiteurs chaque année. Le Centre d'accueil, des visites autoguidées et un programme éducatif complet sont ouverts à tous. C'est à l'IFNP que l'on trouve l'entrepôt national de toutes les publications scientifiques du SCF.

LA FORÊT EXPÉRIMENTALE – Outre des peuplements naturels où l'on applique divers traitements dans le cadre de projets de recherche en sylviculture, la Forêt de Petawawa, mesurant 98 km^2, comprend de vastes superficies de plantations âgées de plus de 60 ans. Ces plantations expérimentales permettent d'obtenir des données sur la croissance et la récolte à la suite d'expériences de culture. Elles fournissent du matériel génétique dont le lignage est répertorié, et se révèlent de plus en plus utiles pour les études sur la micropropagation et la génétique moléculaire. La forêt permet également de mettre à l'essai des stratégies d'aménagement forestier à court et à long terme.

TRANSPOSITION DU CHARGEMENT DU DROMADER M-18

Rapport d'information PI-X-64F

E. Stechishen

Institut forestier national de Petawawa
Service canadien des forêts
Chalk River, Ontario

1986

87-03785/

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada, 1986
N° de catalogue Fo46-11/64-1986F
ISSN 0228-0736
ISBN 0-662-94000-8

Des exemplaires de cette publication peuvent être obtenus à l'adresse suivante:

Centre d'information technique et de distribution
Institut forestier national de Petawawa
Chalk River (Ontario)
K0J 1J0

N° de téléphone: 613-589-2880

This publication is also available in English under the title **Dromader M-18 Load Transposition.**

Table des matières

v Résumé/Abstract

1 Introduction

1 Méthode

2 Résultats

2 Discussion

3 Conclusion

Figures

5 1. Répartition des balles indicatrices au niveau du sol reproduisant la séquence d'éjection de la charge d'eau non épaissie.

6 2. Répartition des balles indicatrices au niveau du sol reproduisant la séquence d'éjection de la charge d'eau épaissie avec du Poly-Trol 200, à la viscosité de 460 mPa·s.

7 3. Démarcation par zone et répartition par densité des balles indicatrices flottantes et non flottantes, au niveau du sol, pour le largage d'eau non épaissie.

8 4. Démarcation par zone et répartition par densité des balles indicatrices flottantes et non flottantes, au niveau du sol, pour le largage d'eau épaissie avec du Poly-Trol 200.

9 5. Courbes de contour d'un largage comparable avec Poly-Trol 200, surimposées à la répartition des balles indicatrices.

10 6. Courbes de contour d'un largage comparable d'eau, surimposées à la répartition des balles indicatrices.

RÉSUMÉ

Des essais de largage ont été effectués à l'aide d'un avion-citerne Dromader M-18 pour déterminer les caractéristiques de dispersion de l'eau épaissie ou non avec du Poly-Trol 200. Des billes de couleur ont été utilisées pour identifier le dessus et le dessous du chargement. La distribution des billes au sol a été comparée aux lignes de contour de la distribution du chargement. Les déductions concernant les changements dans la distribution des fluides visqueux et non visqueux ont été fondées sur les propriétés rhéologiques de l'eau épaissie et non épaissie.

ABSTRACT

Dromader M-18 air tanker drop tests were carried out to determine fluid discharge characteristics of unthickened and Poly-Trol 200-thickened water. This was accomplished by using coloured tracer balls to identify the bottom and top of the load. The distribution of coloured balls at ground level was compared with contour drop distributions. Deductions concerning changes in the distribution of viscous and non-viscous fluids were based on the rheological properties of unthickened and thickened water.

TRANSPOSITION DU CHARGEMENT DU DROMADER M-18

INTRODUCTION

Des études ont été effectuées de diverses sources sur les taux de dispersion de la charge des avions-citerne par rapport à la répartition qui en résulte du liquide au niveau du sol. La plupart des essais ont eu lieu à l'état statique, c'est-à-dire à l'aide de réservoirs simulés ou d'avions-citerne immobiles. Les mesures prises en vol l'ont été à l'aide de mécanismes à flotteur qui ne relevaient le niveau du liquide que suivant une corde verticale, à un endroit particulier du réservoir. Il était impossible de suivre le déplacement du liquide à l'intérieur du réservoir au moment de son éjection. Un nouveau procédé s'imposait pour étudier le régime de déplacement dans le réservoir, une fois le panneau de largage ouvert.

D'après les caractéristiques du Dromader M-18, toute sa charge liquide (2497 litres) peut être éjectée en 2,25 secondes par l'ouverture de 40 x 104 cm de la trappe. La force de gravitation s'exerçant sur le liquide projette celui-ci du réservoir dès que l'on déclenche l'ouverture du panneau et sa masse rabat ce dernier sur sa charnière avant. Le liquide est aussitôt redirigé vers l'arrière par l'inclinaison même du panneau dont la surface interne agit comme un déflecteur du liquide, tandis que l'extérieur sert de déflecteur pour l'air s'écoulant le long du fuselage. Le réservoir est divisé en compartiments par des chicanes verticales s'opposant au clapotage et munies d'ouvertures d'écoulement. Cet agencement favorise le prompt largage du contenu du compartiment directement au-dessus du panneau, par rapport aux compartiments périphériques. Il était nécessaire de bien connaître les caractéristiques de largage de la charge pour faciliter les prévisions concernant le patron de dispersion des agents utilisés pour ralentir ou arrêter les incendies de forêt. On avait pu déjà déterminer et confirmer la répartition de la charge au niveau du sol mais l'on ignorait ses mouvements à l'intérieur du réservoir au moment du largage ainsi que les effets qui en résulteraient sur sa répartition au sol. Pour connaître les caractéristiques d'éjection des charges de fluides visqueux et non visqueux, au largage, on a procédé en 1984 à des essais avec de l'eau ordinaire et de l'eau épaissie avec du Poly-Trol 200. Le but était de distinguer entre le liquide se trouvant au fond du réservoir et celui du dessus, afin d'établir la place où on les retrouverait respectivement sur le sol par rapport l'un à l'autre.

MÉTHODE

La nécessité d'établir le comportement du fluide aux deux niveaux extrêmes du réservoir a conduit à utiliser 500 balles de couleur flottantes (poids spécifique 0,93) et 500 balles non flottantes (poids spécifique 1,07). L'utilisation de balles d'exercice de golf, en plastique perforé, permettait au liquide de pénétrer dans les balles et d'en sortir librement; conséquemment la trajectoire des balles suivait à peu près celle de l'eau. On les versait par le haut dans le réservoir après y avoir pompé la quantité de liquide nécessaire.

Les largages se sont déroulés au-dessus d'une prairie à la vitesse aérienne de 160 km/h et à des hauteurs de 35 m pour l'eau et de 38 m pour le Poly-Trol 200. Après chaque largage, on a établi la ligne axiale du patron au sol et déterminé la position de chaque balle de couleur, prise à partir de cette ligne témoin. L'emplacement des diverses balles a été transposé sur une feuille de graphique d'après un code de couleurs.

RÉSULTATS

L'avion-citerne effectuait le largage de l'eau face à un vent de 5,8 km/h, d'une vélocité suffisante pour restreindre la dispersion latérale de l'eau. Le résultat net a donné un patron de largage uniforme nettement délimité (figure 1) et sans séparation perceptible des balles et de l'eau durant la descente de la charge. Le cas a été différent pour le largage du Poly-Trol 200, effectué dans un vent de travers de 3,4 km/h. Le site du largage était unidirectionnel et le plan de vol de l'avion ne pouvait pas être modifié. Même si la viscosité de la charge atteignait 460 mPa·s, la dérivation due au vent a été très marquée, surtout du côté sous le vent du largage (figure 2). La cohésion de l'eau épaissie au Poly-Trol 200 a retardé l'expulsion du liquide contenu dans les balles. En pratique donc, alors que le liquide en chute libre perdait de son impulsion, les balles remplies de Poly-Trol 200 se comportaient comme des projectiles, conservaient leur force impulsive, et leur trajectoire les faisait atterrir sur le terrain 4 m plus loin que le liquide qui les enveloppait au départ et durant leur descente. Le liquide avait perdu une bonne partie de son impulsion en avant, au moment où la base de la charge se trouvait encore à 3 m environ au-dessus du sol. Cependant, lorsque le liquide libre a commencé à se déposer verticalement, les balles ont émergé de la masse, poursuivi leur mouvement angulaire vers l'avant, et touché le sol alors que le liquide d'accompagnement était encore à 1 m plus haut, environ.

DISCUSSION

La forme en V prononcée du patron (figure 3) provient de cette partie de la masse d'eau projetée comme un projectile suivant l'axe de la charge dans sa descente. Les trois sections du patron identifiées dans la figure 3 comme celles du bas, du milieu et du haut correspondent à l'endroit d'abord occupé par l'eau dans le réservoir de l'avion-citerne. La séparation très nette entre les balles flottantes et les balles alourdies vient confirmer que les cloisons anti-clapotage n'ont pas empêché le déplacement transversal de l'eau à sa sortie du réservoir.

La répartition des balles flottantes et des balles alourdies (figure 4) dans l'eau épaissie avec le Poly-Trol 200 est révélatrice du changement intervenu dans les caractéristiques du largage. La séparation très nette entre le liquide provenant du fond du réservoir et celui du haut, constatée pour l'eau non épaissie, était inexistante dans le cas du largage de Poly-Trol 200. Des zones de concentration des balles flottantes et des balles alourdies étaient visibles dans certaines sections du patron, mais la plus grande partie de la surface impliquée montrait un entremêlement des balles. Ce mode de répartition semble indiquer que les cloisons anti-clapotage ont pu jouer un rôle important dans le contrôle de la charge éjectée. Une forte

proportion du compartiment directement au-dessus du panneau s'est vidée avant que le liquide cohérent se trouvant dans les compartiments périphériques n'ait eu le temps de combler le vide ainsi créé. Ce qui explique sans doute l'émergence hâtive des quelques balles flottantes qui ont atterrri en avant du patron, et l'éjection plus tardive des balles non flottantes qui ont échoué à l'arrière du patron. L'entremêlement des deux sortes de balles dans la zone centrale a confirmé le mélange du liquide provenant des divers compartiments du réservoir plutôt que la dispersion uniforme à laquelle on s'attendait, de bas en haut. En séparant en zones la répartition par densité des deux types de balles, on pouvait encore délimiter les sections du bas, du milieu et du haut de la charge suivant l'axe du patron (figure 4). L'avantage déclaré de l'emploi du Poly-Trol 200 comme épaississant de l'eau a été son aptitude à modifier les caractéristiques de dispersion de la charge descendante. Toutefois, on a négligé l'effet de la cohérence du fluide sur les caractéristiques de son écoulement durant l'éjection. La surimposition des courbes de contour du patron (figure 5) est venue confirmer que le débit était plus uniforme, créant ainsi trois îlots de répartition plutôt que l'îlot unique obtenu en utilisant l'eau seule (figure 6).

L'utilité des balles indicatrices pour évaluer la dispersion du produit largué dépendra des connaissances que possède l'évaluateur des résultats obtenus par l'avion-citerne, en particulier avec d'autres liquides dans différentes conditions de largage, ainsi que des caractéristiques de dispersion de la charge utile. La trajectoire de l'eau dispersée étant de beaucoup inférieure à celle d'une masse d'eau, la partie de la charge larguée constituant cette masse tend à former un îlot fortement concentré dans le talon du patron de largage. Ce mode de répartition de la charge a été confirmé par la surimposition des contours sur la répartition des balles indicatrices. La répartition relative de l'eau suivant l'axe du patron peut être prévisible en comparant les distances proportionnelles (suivant l'axe) dans lesquelles les balles alourdies prédominaient, celles où il s'en trouvait très peu de l'une et l'autre sorte, et celles où les balles flottantes l'emportaient en nombre. Utilisant la figure 6 comme exemple, les proportions de ces trois distances, chacune représentant un tiers du réservoir d'eau, étaient de 5:1,5:1,5 (60 %:20 %:20 %) et les portées respectives des profondeurs d'épandage dans chaque section étaient de 0 à 0,20 cm, 0,20 à 0,35^{+} cm, et 0 à 0,35^{+} cm.

CONCLUSION

La dispersion de la charge d'eau de l'avion-citerne Dromader contenant des balles indicatrices a donné une répartition relativement concordante avec les configurations de largages précédemment établies, c'est-à-dire que le gros de l'eau est tombé dans la partie arrière du patron. L'utilisation de balles indicatrices offre un moyen d'établir l'origine de cette masse d'eau, ou l'endroit qu'elle occupait dans le réservoir, ainsi que de comprendre les caractéristiques de dispersion et de chute.

L'addition de Poly-Trol 200 a modifié les caractères rhéologiques de l'eau au point où les forces cohésives à l'oeuvre dans le liquide se sont combinées à l'impédance des cloisons anti-clapotage à l'égard du libre mouvement latéral du liquide visqueux avec, comme résultat, un genre de répartition confuse des balles indicatrices. Cette répartition n'avait rien d'anormal, mais confirmait l'existence de caractéristiques différentes de débit et de

dispersion pour les fluides de viscosités et de propriétés rhéologiques différentes. Le degré de cohésion du liquide modifiait le régime de l'éjection, la circulation à l'intérieur du réservoir et le patron de dispersion à la sortie, au point que l'on a pu obtenir une répartition plus uniforme.

L'utilisation des balles indicatrices constitue un procédé inédit permettant de vérifier comment s'est effectuée la transposition de la charge, de l'intérieur du réservoir jusqu'à son point de destination à la surface du sol. Leur emploi pour connaître l'épaisseur de la couverture a été minime, du fait que leur arrangement spatial ne représentait qu'une estimation relative plutôt que quantitative de la répartition du liquide. Durant les évaluations préliminaires de modifications à apporter au réservoir et au dispositif distributeur, cette technique contourne la nécessité de recourir à la méthode laborieuse de la grille de rattrapage pour établir le patron de largage, jusqu'à ce que l'on détermine la configuration optimale du réservoir et du dispositif distributeur.

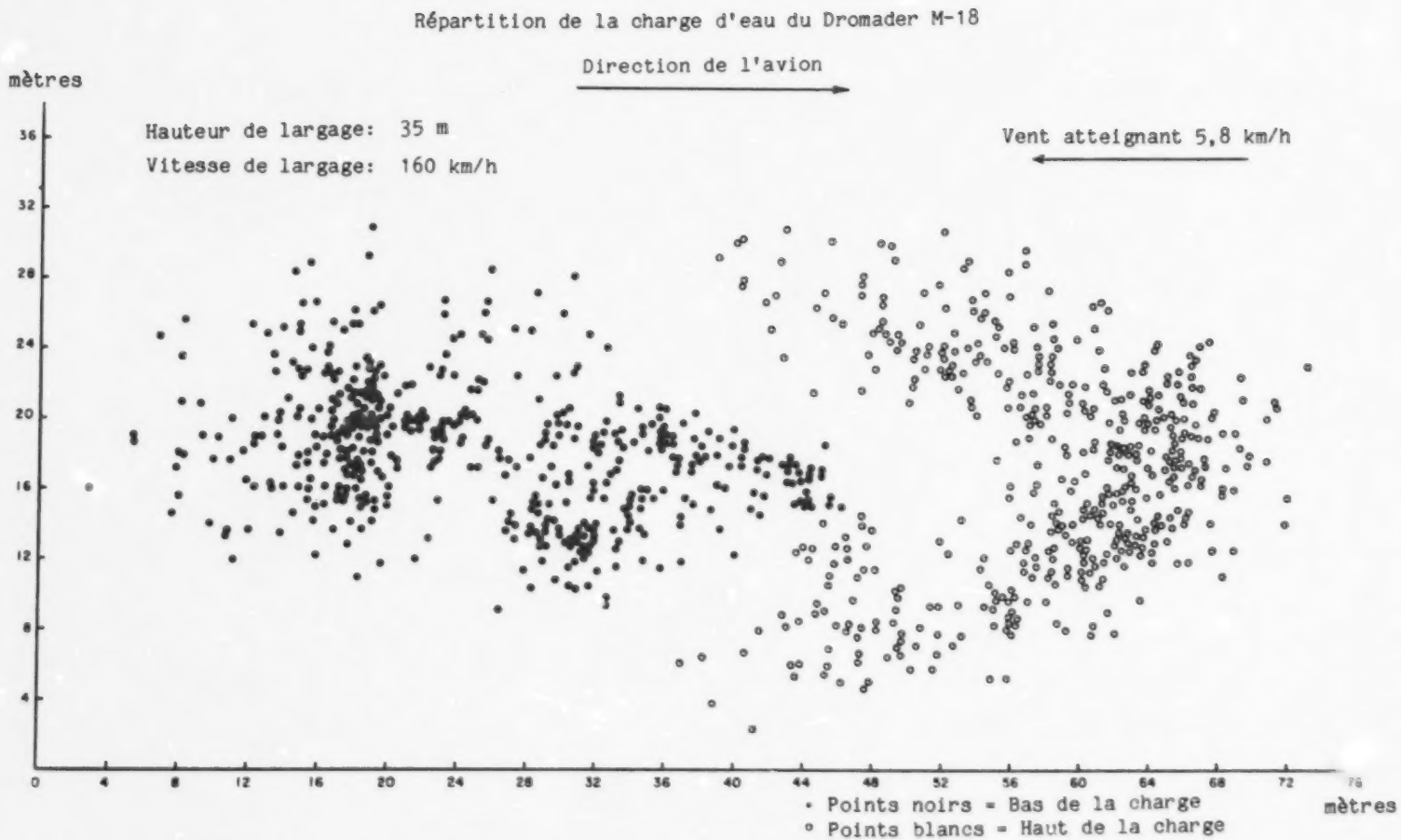


Figure 1. Répartition des balles indicatrices au niveau du sol reproduisant la séquence d'éjection de la charge d'eau non épaissie.

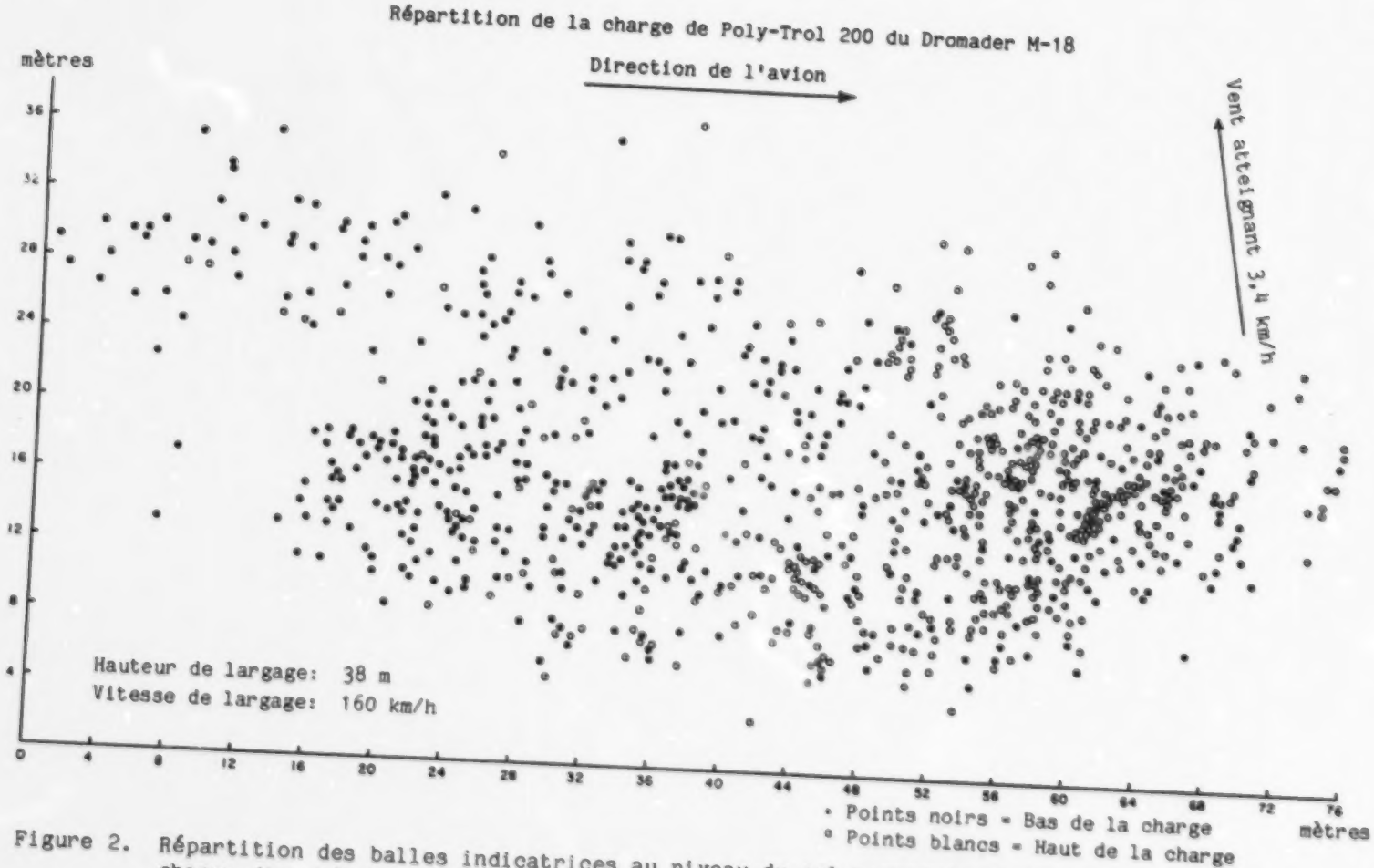


Figure 2. Répartition des balles indicatrices au niveau du sol reproduisant la séquence d'éjection de la charge d'eau épaissie avec du Poly-Trol 200, à la viscosité de 460 mPa·s.

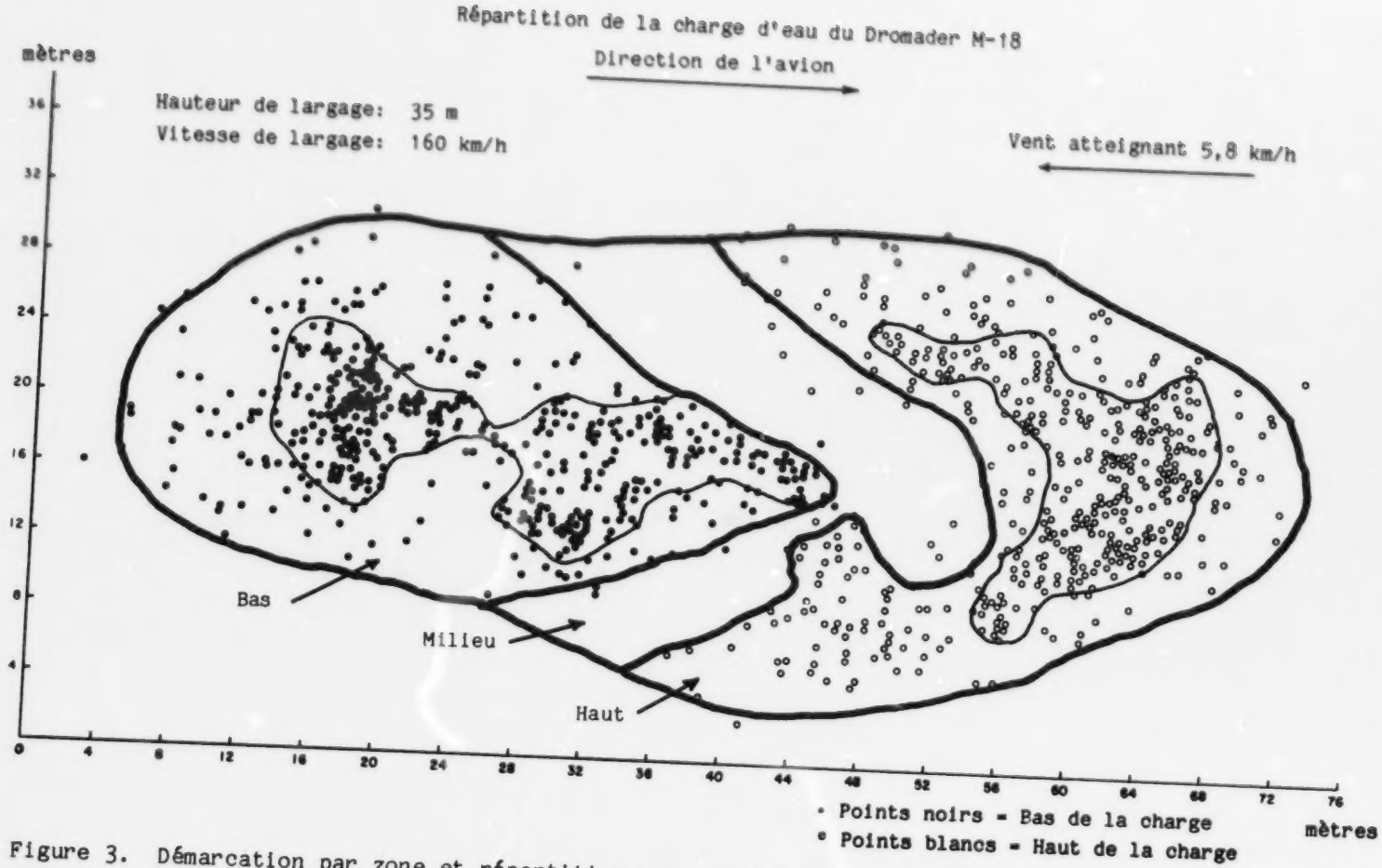


Figure 3. Démarcation par zone et répartition par densité des balles indicatrices flottantes et non flottantes, au niveau du sol, pour le largage d'eau non épaissie.

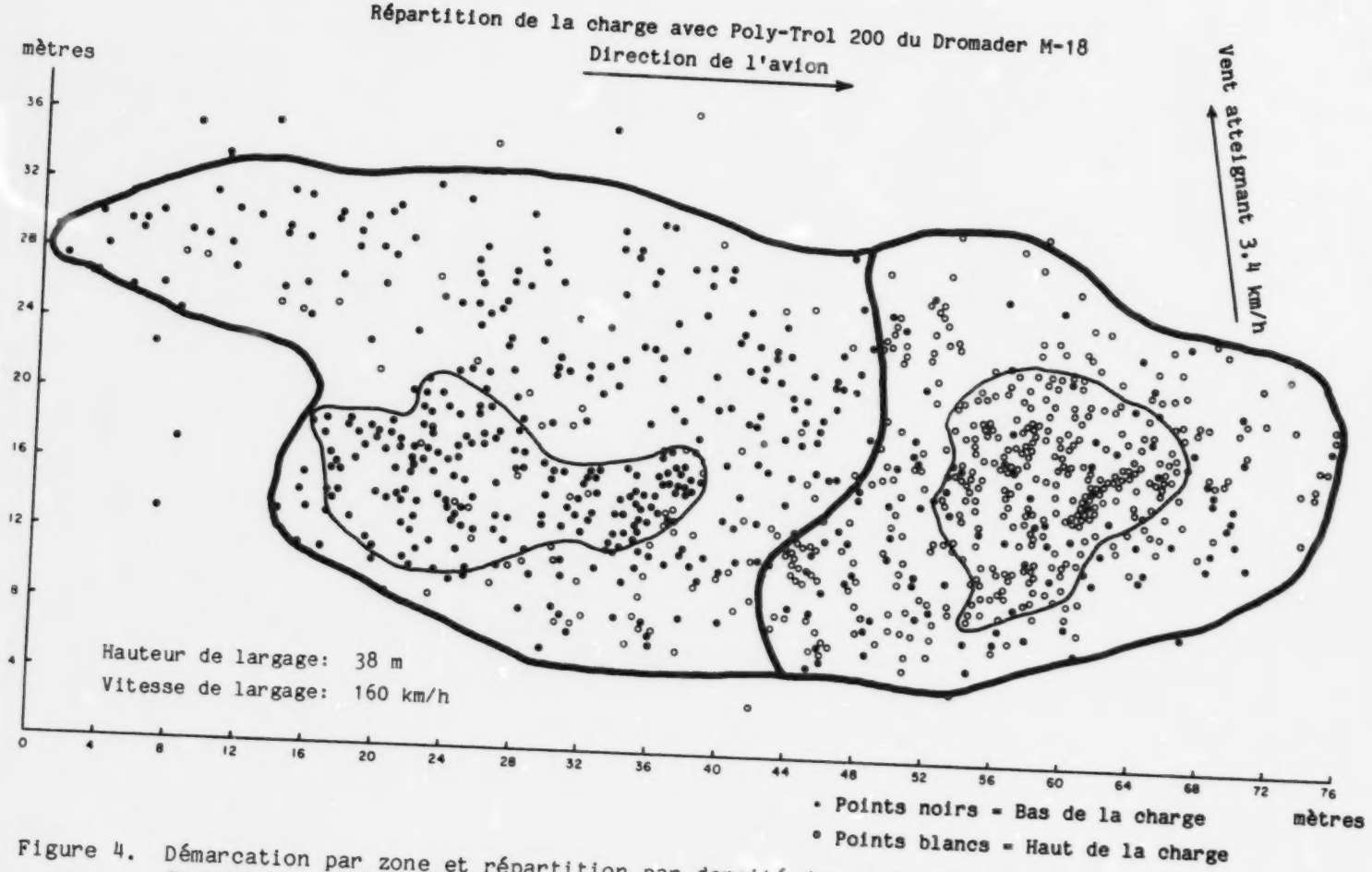


Figure 4. Démarcation par zone et répartition par densité des balles indicatrices flottantes et non flottantes, au niveau du sol, pour le largage d'eau épaissie avec du Poly-Trol 200.

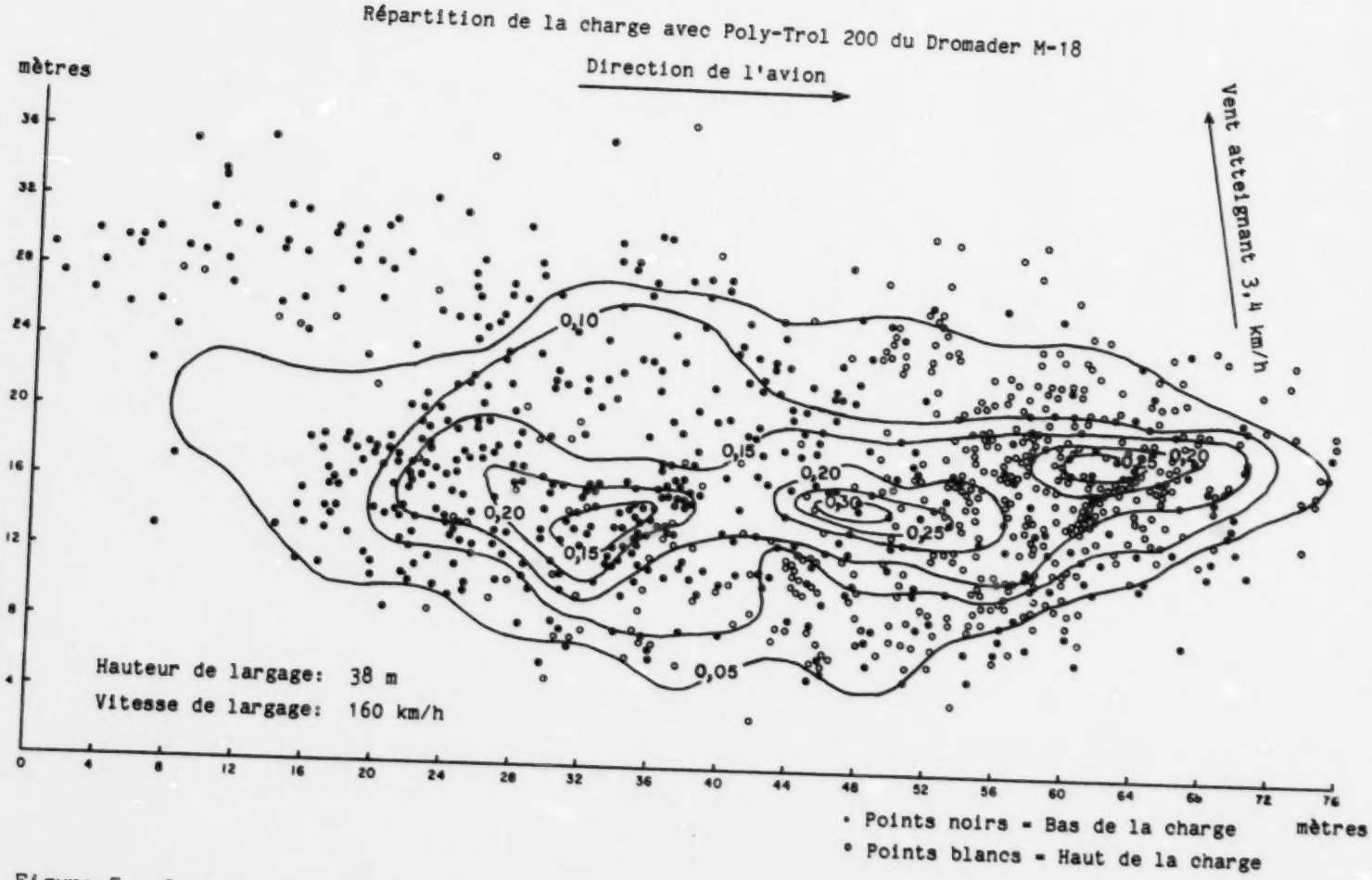


Figure 5. Courbes de contour d'un largage comparable avec Poly-Trol 200, surimposées à la répartition des balles indicatrices.

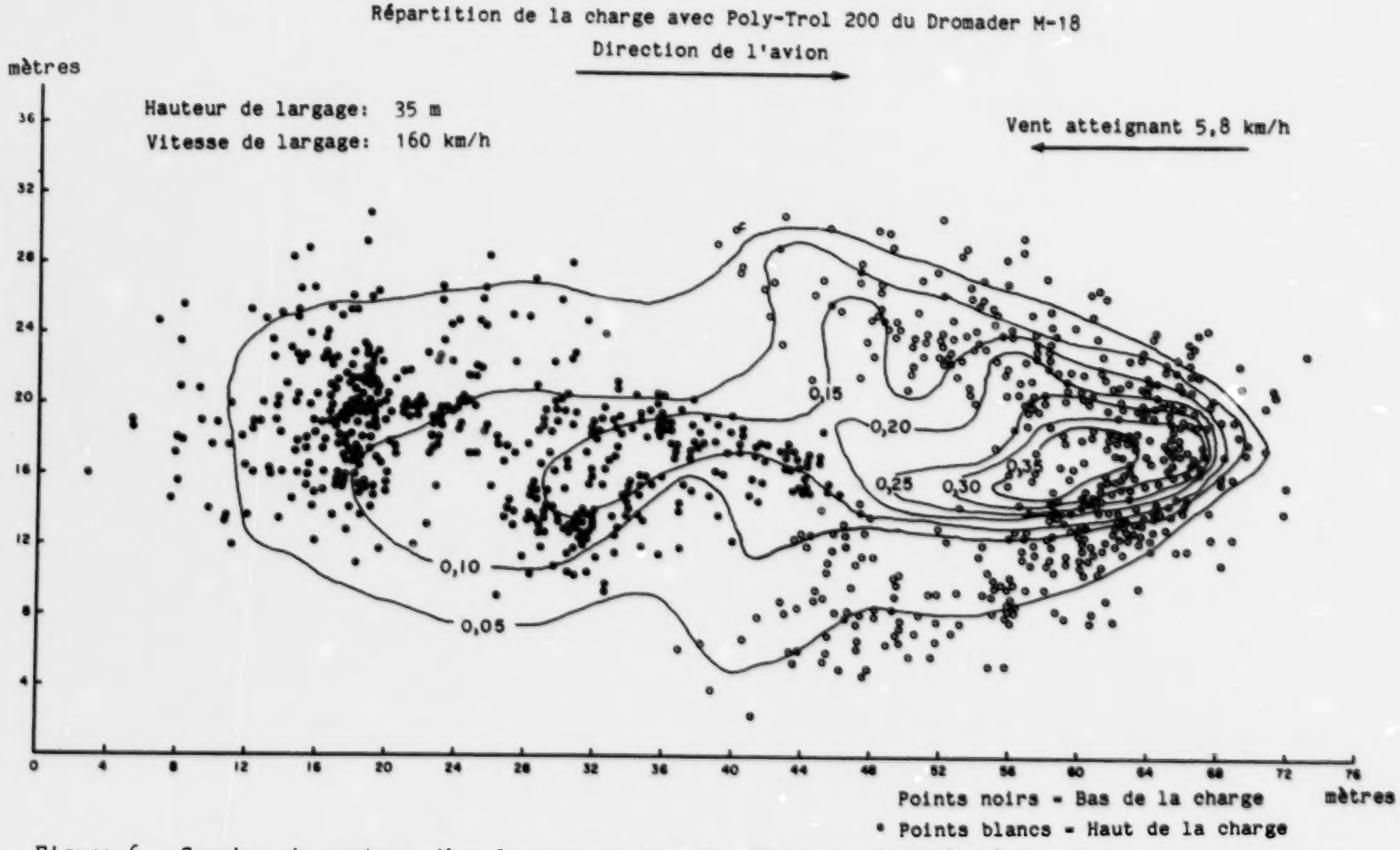


Figure 6. Courbes de contour d'un largage comparable d'eau, surimposées à la répartition des balles indicatrices.